

福井市の河川に生育する水草の教材化 (環境教育、理科教育)のための基礎的研究

The Basic Study for Teaching Materials (Environmental and Science Education)
of Aquatic Plants in River, Fukui City

丹尾倫子*
(福井市立東安居小学校)

横山俊一**
(福井大学教育学部理科教育教室)

はじめに

今日、学校教育における環境教育が大きくクローズアップされてきている。1996年に発表された第15期中央教育審議会の答申でも、「環境教育」の改善・充実があげられ、理科における環境教育の改善もこれからの大きな課題となっている。環境教育でいう自然環境は、人間の生活の活動との関わりでとらえるときの自然の事物現象である。したがって、自然とその構成物をどう捉えるかという自然の見方、自然観の形成が重要である。そうして、自然や社会的な環境を自分やその生活と関係があるものととらえる環境観の形成も、環境教育を推進する上で欠かすことができない。これには地域における様々な体験が重要である。

そこで筆者らは身近な体験の場を地域の河川に生育する水草を選んだ。水質汚染が身近なところで進み、環境教育が重要視されている今、子供たちにとって身近な存在であり、手に入りやすい水草の生態を環境教育の観点から系統的に教材化していくことは極めて重要な意義を有すると考える。

本報告は福井市内の河川に生育する水草を対象にした環境教育、理科教育の教材化のための基礎的研究である。

1. 材料および方法

(1) 研究対象の水草について

湿地や湿原に生育する植物まで含めて水草と呼ぶこともあるが(広義の水草)、通常の状態において水中で生活する植物群だけを水草と呼ぶ(狭義の水草)場合もある。水草について、生嶋(1972)は「植物の発芽は水中か、水が主な基質となっていてところで起こり、生活環のある期間は少なくとも完全に水中か抽水の状態で過ごすもの」との定義している。

本研究では、植物プランクトンなどの微小藻類を除き、大型水生植物、維管束植物だけを対象とし、水草を狭義の意味でとらえ、湿性植物は省いた。特に本報告では、水の流れ、水の汚染などの外圍条件との関係を考えて主に浮葉植物、沈水植物の水草を対象とした。

(キーワード：福井市の河川、水生植物、環境教育、理科教育、汚染)

* Michiko Nyuo
Higashi-ago Elementary School, Fukui City

**Shun-ichi Yokoyama
Faculty of Education, Fukui University

(2) 研究方法

福井市内の河川（用水路を含む）を調査し（調査地点64ヶ所）、河川に生育する水草を調べるとともに、採集して標本にした。また、それぞれの水草の生育環境をしらべた。生育環境調査としては、川幅、水深、流速、川水の汚れ具合、川底の様子（底質、色、臭気の三つを記録した）、PHなどを調べた。

なお、水草の同定には「日本の水草図鑑」（角野康郎 1994）を参考にした。

2. 研究結果および考察

(1) 福井市内の河川に生育する水草

福井市内の河川（用水路含む）に生育する水草を調べた結果、以下の植物が確認された。

被子植物門（Angiospermae）

単子葉植物綱（Monocotyledoneae）

ヒルムシロ科（Potamogetonaceae）

- (1) エビモ *Potamogeton crispus* Linn.
- (2) ササバモ *Potamogeton malaianus* Miq.
- (3) ホソバミズヒキモ *Potamogeton octandrus* Poir.
- (4) ヤナギモ *Potamogeton oxyphyllus* Miq.

トチカガミ科（Hydrocharitaceae）

- (5) コカナダモ *Elodea nuttallii* St. John.
- (6) セキショウモ *Vallisneria asiatica* Miki

双子葉植物綱（Dycotyledoneae）

アリノトウグサ科（Haloragaceae）

- (7) フサモ *Myriophyllum verticillatum* Linn.

スイレン科（Nymphaeaceae）

- (8) コウホネ *Nuphar japonicum* DC.（沈水葉だけの群落）

その他に抽水～湿性植物も見られたがここでは掲載していない。

水生植物は今、池沼などの埋め立て、河川の改修、水質汚染などにより、全国的に消滅してきている。植物版レッドデータブック（日本植物分類学会 1993）によれば859種の絶滅危惧種の中に50種近い水草（狭義）があげられている。この数は日本産の水草の約25%に相当する。

(2) 分布と環境

福井市内64ヶ所の調査地点のそれぞれの植物の出現頻度を見るとコカナダモ（出現頻度63%）、ホソバミズヒキモ（48%）、ヤナギモ（22%）、ササバモ（25%）、エビモ（17%）、フサモ（17%）、セキショウモ（8%）で、コウホネは1ヶ所で確認された。コカナダモ、ミズヒキモの出現頻度が他の種に比べて圧倒的に多いことが分かる。特にコカナダモは64調査地中40ヶ所に出現しており、水が澄んでいるところから、非常に濁っているところまでいろんな環境に生育している。水のきれいな川に生育していたかと思えば、工場の排水で濁って生物がいないと思えるような所にもコカナダモだけはたくましく生きている所もあった。

コカナダモは栄養繁殖手段が発達している。コカナダモは、植物体の断片（切れ藻）から発生、すなわち切れ藻が不定根を出して別の場所に定着することがある。帰化種水草のコカナダモが琵琶湖中に分布を拡大したのは切れ藻によってであり（Kunii 1984）、また全国各地への分布拡大も切れ藻がアユの稚魚とともに運搬されたことによると推測されている（生嶋 1980）。福井市の河川にもコカナダモが最も多いのは、この繁殖の仕方によるものと考えられる。

流れという物理的な作用に抗して群落を維持するために流水域の水草は、必然的によく発達した地

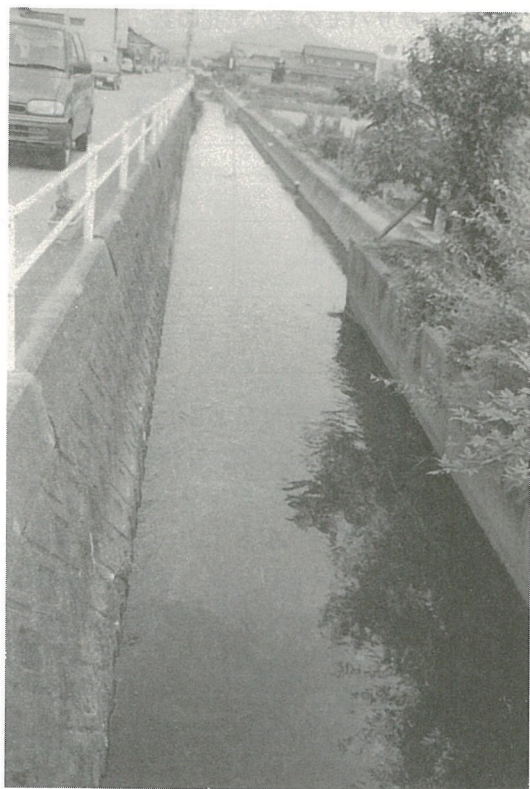


図1 コウホネ（沈水葉のみ）が一面に繁茂している用水路（福井市半田町）

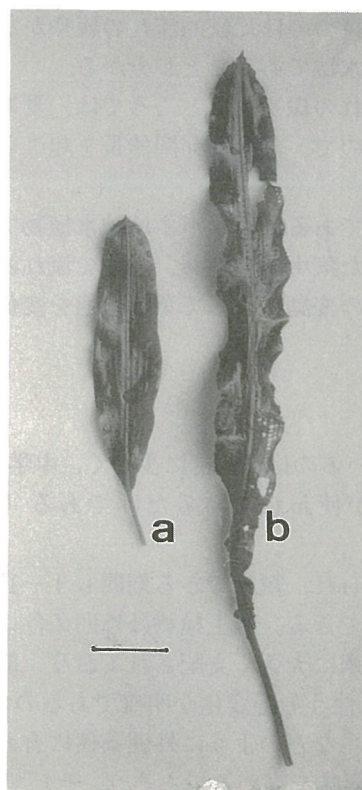


図2 ササバモの異形葉
(a : 気中葉、b : 沈水葉、bar 2 cm)

下茎を持つ。コカナダモの次に多く分布しているホソバミズヒキモは繊細な地下茎が泥中を這い、水中茎はよく分岐している。次に多いササバモは太くて丈夫な白い糸状の地下茎を泥中に横走させて、広く場所を占めて群落を形成している。この地下茎の発達も出現数を多くしている理由と考えられる。

水草の分布は、市の中心部は比較的少なく、中心部以外の所はまんべんなく分布している。山間部へ入ると水草はあまり見られない。これは、水草が水の中に溶けているリン酸などの栄養分を利用しているためで、生活排水が水草の成長に大きく関係している。しかし、人為的汚染があまり進むと、水草はもう生育できなくなる。福井市の中心部には水質汚染、川の改修工事や開発のために水草が生育する環境が損なわれているところが多い。これらの水草は、水の浄化の役割を果たしていることを忘れてはならない。水草の育つところはまだ生物が生きられる水環境を持っていることである。

今回の調査で、福井市半田町を流れる用水路（川幅約4m）に長さ約500mにわたって沈水葉だけからなるコウホネが川一面に生育していることが確認された（図1）。これは水の流れが比較的速度いため沈水葉だけになったものである。池沼の埋め立て、河川の改修などによって福井県ではコウホネの生育しているところが極めて少なくなっている中で、今回の調査で市内の川に生育していることが確認されたことは極めて貴重である。

(3) 形態の変化と環境

植物は環境によって、サイズや形に変化を見せる。特に水中と陸上の境に生活する植物は、環境の変動によって様々な形態を示すので教材としてもおもしろい。本報告ではササバモを一例として取り上げた。

今回の調査で、ササバモを多くの場所で採集したが、採集地によって形態の差異が見られた。形態の差異とは異形葉である。異形葉とは、1個体の植物が2種類以上の異なった形や性質を持つ葉をつけている状態や同種の植物が生育環境の違いによって示す葉形の変化のことを示す。今回の調査で見られたササバモも、そのサイズや形が生育環境によって著しく変化しており、同一種だと思えないほどに姿を変えていた。ササバモの場合は、

沈水葉、氣中葉、浮葉の3種類が見られた(図2-沈水葉と氣中葉)。

沈水葉とは、主として水中で展開する葉で、繊細で薄く、表皮のクチクラ層が発達しない。従って、いったん氣中に出ると水分が保持できず、枯死する。表皮のクチクラ層が発達しないのは、表皮細胞を通じて水中でのガス交換や栄養塩類の吸収を容易にするためである。沈水葉の葉の裏には、氣孔が

全くない。表にはあるものとなないものがあり、あっても氣中葉に比べて数ははるかに少ない(表1)。

浮葉は、沈水葉の上部の葉が浮葉化したものである。形態も沈水葉と氣中葉の中間の形をしている。氣孔は沈水葉より多く、氣中葉より少ない。葉の表に多く、葉の裏にもあるが少ない。

氣中葉は、水面に突き出る葉で、陸上植物に近い存在である。水が引いても土壌が乾燥しない限り、ほぼ通常の生活が営めるのが普通である。しかし、生活できる水深も限られ、冠水に対する耐性にも限界がある。茎、葉ともに沈水葉より丈夫である。氣孔は良く発達しているが、葉の表に多い。

全長は採集地によって異なる。採集したものの中で最も短いもので80cmぐらいのものから、最も長いものでは300cmぐらいにもなるものがあった。しかし茎の節の数は $8.1 \pm 1.3 (M \pm S \cdot D)$ 本ぐらいで、余り差が認められなかった。一つの節の長さが全長に応じて長くなったり短くなったりしているのではないかと考えられる。そこで、全長に対する1節間の長さの割合を調べたところ、2番目から3番目の節が急激に伸びているササバモと急激に伸びた節を持たないササバモの2型に大きく分かれた(図3-A、B)。この大きく二つに分かれた原因を知るために、それぞれのササバモを採集した場所の無生物的環境との関係を見たところ、流速が図3-Aのグループは平均0.2m/secで、図3-Bのグループは平均0.4m/secであった。これより、急激に伸びた節を持つのは比較的流れの緩やかな水域であり、反対に急激な伸びを持たないものは、比較的流れの速い水域であることが分かる。

このようになる要因の一つとして、水温が考えられる。流れの緩やかなところでは、夏期に温度が上昇しやすいが、流速の速い水域では、水温が上昇しにくいので、急激な節間伸長を起こさないのではないだろうか。

コウホネもまた、植物の適応を考える上でおもしろい植物である。コウホネは抽水植物であるが、止水域あるいは深水域に生育するコウホネは水上に葉を出した氣中葉を持ち、浅水で流れの比較的強いところでは沈水葉の異形葉を持つ。コウホネは水流、水位の変動によって葉の形態を変化させる。

3. 教材化について

現在の小、中学校において、水生植物を教材として扱っているのは、非常に少なく、中学校理科2分野の「植物の生活と種類」の光合成の実験で、カナダモが使われているだけである(東京書籍1996)。

水生植物は特殊なものでなく、どの地域にもまとまってみられ、観察できる期間も4-11月までと長い。材料も近くの川へ行けば手に入れることができ、観察できる。陸上植物は外囲条件によって影響されやすく、複雑であるのに対して、水草は生理上重要な水に大きく支配されており、敏感であるために、実験をするには条件設定が楽である。その上、水位に伴う形態変化が明確であるので、「適応」の学習には最もふさわしい教材と考える。ササバモやコウホネなどのように外囲条件に合わせて葉の形や質などが変わってくるということが、一目瞭然となれば興味を高めるであろう。そして、「生物がそれぞれの環境で生活するのに、都合の良い仕組みを持っている」という適応の意味が分かり、適応の巧みさを目の前にして、驚きと感動が与えられるであろう。

表1 ササバモの葉の氣孔の数

(1mm当たりの数)

	表 面	裏 面
水中葉	10.0 ± 4.1	0.0
浮 葉	54.1 ± 8.6	7.2 ± 3.7
氣中葉	123.7 ± 29.1	20.8 ± 5.7

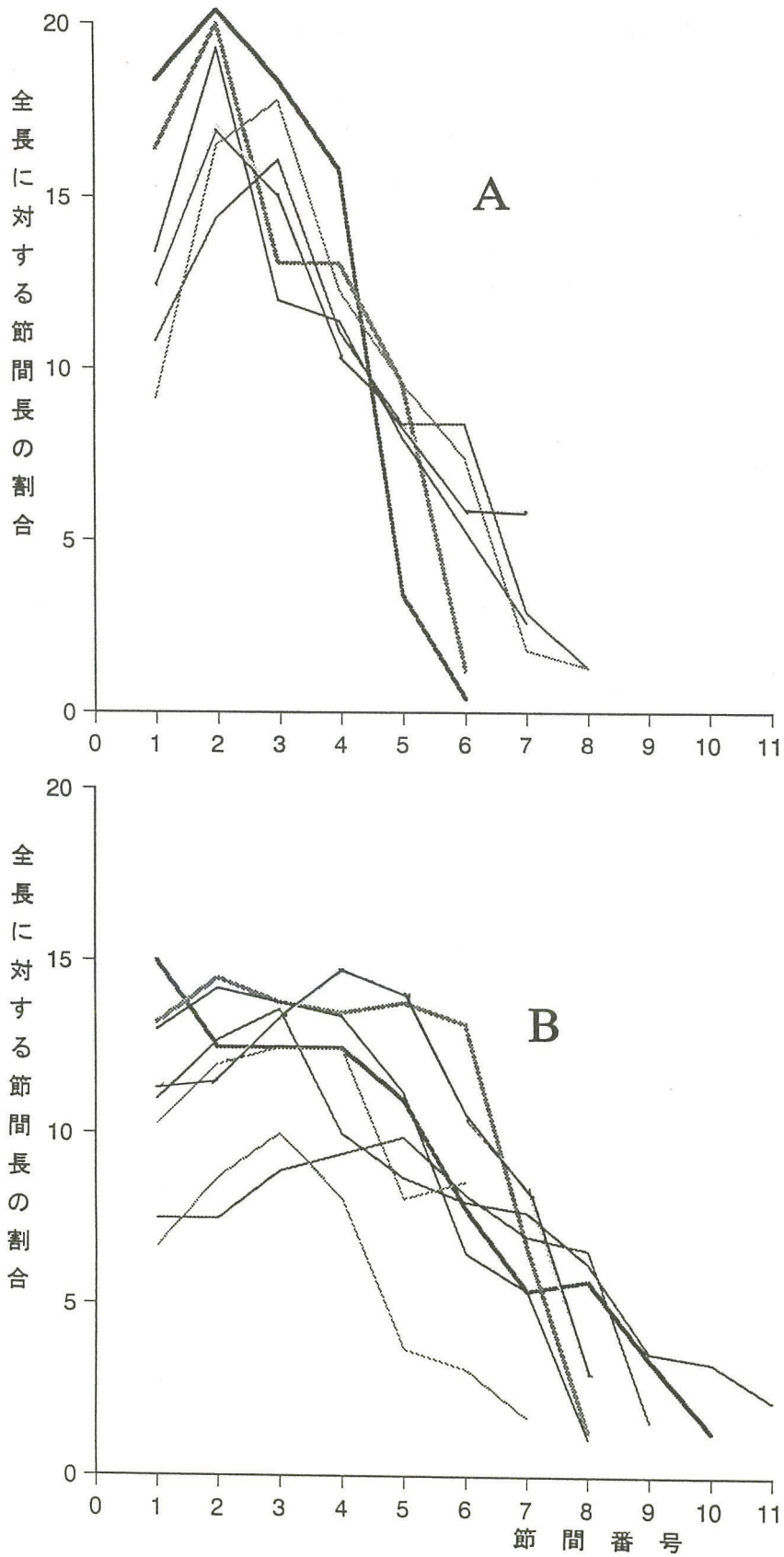


図3 ササバモの全長の長さに対する節間長の割合
(A: 流れが遅い、B: 流れが速い)

理科教育は、自然の事物現象を教材として取り上げて活動することによって、子供のもつ資質や能力をたかめ人間的に成長させることを目的とするものであり、あくまでも、子供の学習活動の姿に視点を置いた活動である。環境教育については、中村（1996）が述べているように環境教育は純粋な自然科学の学習ではなく、人間の生活によって影響しあう自然についての学習であることの視点を忘れてはいけない。したがってその指導では、できれば自分の身近なものを教材化し、自分の生活との関わりが考えられるものでなければならない。

そこで、筆者らは身近にある水草の生態観察を通して環境教育を考えた。周囲にある河川の水草の生態を観察する中で、自然の仕組み、環境との関係を考え、そうして自分の生活との関わりを考えられるようにしたい。

参考文献

- 生嶋 巧、1972. 水界植物群落の物質生産 I. 水生植物 p.98、共立出版。
- 生嶋 巧、1980. 「日本の淡水生物 侵略と攪乱の生態学」コナダモ、オオカナダモ—割り込みと割り込まれ、p.56-62、東海大学出版会。
- 角野康郎、1994. 「日本水草図鑑」、文一総合出版。
- Kunii, H., 1984. Effect of light intensity on the growth and buoyancy of detached *Elodea nuttallii* (Planch) St. John during winter. Bot. Mag. Tokyo 97, p287-295.
- 中村重太、1996. 理科教育における環境教育の教材的視点、理科の教育vol.45：4-6。
- 植物分類学会、1993. 日本の絶滅危惧植物、農村文化社、東京。
- 東京書籍、1996. 新しい科学第2分野。